

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] While a node including a crossing and a folding point and the link which carried out straight-line approximation of between nodes express a route A storage means to memorize the top view road map data which added the height information on a node, A data alignment means to read top view road map data from said storage means, and to store in a data table sequentially from the link where the height of a node is low, A conversion means to change into bird's-eye view road map data sequentially from the link data of the head of said data table, Navigation equipment for mount characterized by having a drawing means to read bird's-eye view road map data sequentially from the head of said data table where transform processing was made by said conversion means, and to draw for a display means.

[Claim 2] It is navigation equipment for mount characterized by subtracting height level one whenever said height information makes the node of arbitration the criteria height level 0 in the navigation equipment for mount according to claim 1, it adds height level one whenever it goes up from the node of the criteria height level by one step, and it falls by one step from the node of said criteria height level.

[Claim 3] In the navigation equipment for mount according to claim 1 or 2 said data alignment means Another side is made into a terminal point node while making into a starting point node the one where the height of the nodes of the ends of a link is lower. Navigation equipment for mount characterized by aligning link data in order with the low height of a starting point node, and aligning link data in order with the height of a terminal point node low by the links where the height of a starting point node is the same.

[Claim 4] It is navigation equipment for mount characterized by for said conversion means setting up predetermined height per height level 1 in the navigation equipment for mount according to claim 2 or 3, and changing into bird's-eye view road map data.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the navigation equipment for mount which displays the road map of a bird's-eye view method.

[0002]

[Description of the Prior Art] The path guide for cars which displays the path to the destination and the present location of a car on the road map of a bird's-eye view method, and guides crew is known (refer to JP,1-263688,A, JP,2-244188,A, and JP,3-225391,A).

[0003] It is drawing in which drawing 9 and drawing 8 explains the display principle of a bird's-eye view road map to be show XZ top view of drawing 8, and drawing 10 shows the viewing area of a bird's-eye view road map. These drawings explain the drawing approach of a bird's-eye view. As for the road map of a bird's-eye view method, only distance b (for example, 1km) sets up View E over height h (for example, 350m) of the back point O from Car V. When the direction of Car V is looked down on from the view E and it looks down along with the look EF of angle alpha (for example, 16 degrees), transparent transformation of the viewing area A of the flat-surface road map developed on XY flat surface is carried out to the virtual screen S set up at right angles to Look EF. Transparent transformation of the point P of the arbitration in the viewing area A of a top view road map is carried out to point P' at which the straight line which connects View E to P crosses the virtual screen S. As shown in drawing 10 (a), front width of face is a field on about 500m and the trapezoid about 7km and whose depth back width of face is about 7km, on the virtual screen S, transparent transformation is carried out and a viewing area A is displayed, as shown to (b) in the flat-surface road map in the viewing area A. That is, in a front field, a road map is expanded, a detailed road map can be seen, a contraction scale becomes high continuously as it goes far away, and the road map of the large range can be seen.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] With the conventional navigation equipment for mount, as mentioned above, transparent transformation of the road map data of a top view method was carried out, and the bird's-eye view road map is drawn. However, the information about the lap of routes, such as elevated and a grade separation, is not recorded on the road map data of the conventional top view method, but there is a problem that the lap condition of a route is not displayed even if it changes into the bird's-eye view which displays a route in three dimensions in them.

[0005] The object of this invention is to offer the navigation equipment for mount which indicates the lap condition of routes, such as elevated and a grade separation, by the bird's-eye view.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, invention of claim 1 While a node including a crossing and a folding point and the link which carried out straight-line approximation of between nodes express a route A storage means to memorize the top view road map data which added the height information on a node, A data alignment means to read top view road map data from a storage means, and to store in a data table sequentially from the link where the height of a node is low, It has a conversion means to change into bird's-eye view road map data sequentially from the link data of the head of a data table, and a drawing means to read bird's-eye view road map data sequentially from the head of a data table where transform processing was made by the conversion means, and to draw for a display means. The top view road map data which added the height information on a node are read, and it stores in a data table sequentially from the link where the height of a node is low, and it changes into bird's-eye view road map data sequentially from the link data of the head of a data table, and draws. The height information on the navigation equipment for mount of claim 2 makes the node of arbitration the criteria height level 0, whenever it goes up from the node of the criteria height level by one step, it adds one height level, and whenever it falls by one step from the node of criteria height level, it subtracts one height level. With a data alignment means, while making into a starting point node the one where the height of the nodes of the ends of a link is lower, another side is made into a terminal point node, the height of a starting point node aligns link data in low order, and link data are made for the mounted navigation equipment of claim 3 to align in order with the low height of a terminal point node by the links where the height of a starting point node is the same. With a conversion means, the mounted navigation equipment of claim 4 sets up predetermined height per height level 1, and changes it into bird's-eye view road map data.

[0007]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the block diagram showing the configuration of 1 operation gestalt. A controller 1 consists of a microcomputer and its circumference component, and it performs the control program mentioned later, it carries out transparent transformation to a bird's-eye view using top view road map data, and it

draws a bird's-eye view road map. The bearing sensor 2, a distance robot 3, GPS receiver 4, storage 5, and an input unit 6 are connected to a controller 1. The bearing sensor 2 detects progress bearing of a car, and a distance robot 3 detects the mileage of a car. GPS receiver 4 receives the GPS signal from a satellite, and detects the present location of a car, a travelling direction, a travel speed, etc. Moreover, stores 5 are equipments, such as CD-ROM which memorizes the road map data of a top view method, and an input unit 6 is equipment which sets up the destination etc. The display 7 which displays a road map and text, the loudspeaker 8 for performing induction with voice, etc. are connected to a controller 1 again.

[0008] Here, the transparent transformation from a top view road map to a bird's-eye view road map is explained. Now, as shown in drawing 8, a top view road map is developed at XY flat surface, and a direction [ in / for height h of View E (coordinates VX, VY, and VZ) / XY flat surface of Look EF ] is set to phi for Z shaft orientations. Moreover, the X coordinate in the virtual screen S is set to SX, a Y coordinate is set to SY, and the constant which determines a display scale factor is set to DS. Furthermore, the EXEYZ system of coordinates which make a zero the starting point E (VX, VY, VZ), and set - Z-axis as Look EF are considered, and the coordinate is set to (EX, EY, EZ). The node P in the coordinate on a top view road map (MX, MY, MZ) is changed into P' in the coordinate on the virtual screen S (SX, SY) by the formula 1. In addition, with this operation gestalt, while a node including the crossing and folding point on a route and the link which carried out straight-line approximation of between nodes express a route, the top view road map data which added the height information on a node are used.

[Equation 1]

$$\begin{pmatrix} EX \\ EY \\ EZ \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & -\cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sin \phi & -\cos \phi & 0 & 0 \\ \cos \phi & \sin \phi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -VX \\ 0 & 1 & 0 & -VY \\ 0 & 0 & 1 & -VZ \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} MX \\ MY \\ MZ \\ 1 \end{pmatrix},$$

$$\begin{aligned} SX &= -DS \cdot EX / EZ, \\ SY &= -DS \cdot EY / EZ \end{aligned}$$

Although 0 was set up and calculated to Z coordinate MZ of the node P in a formula 1 with the conventional navigation equipment for mount, with this operation gestalt, MZ is set up based on the height information on Node P, and a top view road map is changed into a bird's-eye view road map in consideration of the height of a route in consideration of the height of a node.

[0009] Since the altitude of all nodes must be surveyed in order to set up height information to all the nodes on a top view road map, it is not realistic. So, with this operation gestalt, overpass information is added to the node of the elevated road on other routes in top view road map data, and underpass information is added to the node of the route under other routes. According to this approach, since the location survey of each node is not needed, height information can be added easily [ flat-surface road map data ].

[0010] The node of arbitration is made into the criteria height level 0, whenever it goes up from the node of the criteria height level by one step, height level is added one, whenever it falls by one step from the node of criteria height level, height level is specifically subtracted one, and height information is added to node data. For example, when a node 1 is made into the criteria height level 0 in the case of the route which height goes up from the node 1 as shown in drawing 2 toward the node 13, since the height level of nodes 1-6 is the same height as the node of criteria height level, it is 0. Since the overpass of the link of nodes 2-3 is carried out when progressing to nodes 6-7, 1 is added to the height level of the node after seven. Moreover, since the overpass of the link of nodes 4-5 is carried out when progressing to nodes 9-10, further 1 is added to the height level of the node after ten, and it is set to +2. Furthermore, since there is an overpass also when progressing to nodes 11-12, the height level of a node 12 goes up, and it is set to +3. By the way, although this route becomes a terminal point by the node 13, the height level of a node 13 is not specified. That is, it is satisfactory even if separated from this height information one or more of the node and height level which adjoin the node 13 of the route connected to the route shown in drawing 2 since it is the object expressing the absolute height of each node expressing the relative height relation of not the object but nodes.

[0011] Moreover, when it makes a node 1 into the criteria height level 0 in carrying out the overpass of the link of nodes 4-6 from a node 1 to a node 5 at the time of the other side as shown in drawing 3, only a node 5 serves as the height level +1, and other nodes are the height level 0. Furthermore, when it makes a node 1 into the criteria height level 0 in carrying out the underpass of the link of nodes 4-6 from a node 1 to a node 5 at the time of the other side as shown in drawing 4, only a node 5 serves as height level 1, and other nodes are the height level 0.

[0012] Next, the link L1 of the crossing nodes N1-N2 which have the sublink classified by the folding point nodes n1-n4 as shown in drawing 5 is raised to an example, and the record approach of the height information on the node to top view road map data is explained. In addition, although what considers as a link what is classified by the crossing node, and is classified by the folding point node is treated as a sublink with this operation gestalt, it is good also considering all the things classified by the crossing node and the folding point node, without distinguishing both as a link. each node N1 which constitutes a link L1 from this link L1 with information, such as interpolation mark (the number of folding point nodes) of a link L1, as shown in a table 1, and n1- the information on n4 and N2 is recorded, and the height level on the basis of the node of the height level 0 is contained in each node information.

[0013]

[A table 1]

(リンク番号Liについて)

補間点数		4	
各種情報			
ノット1情報	x座標	N1情報	x座標
	y座標		y座標
	各種情報		各種情報
	高さレベル		高さレベル
ノット2情報		N2情報	
ノットn情報		Nn情報	

[0014] Here, the following point must be cared about when changing into a bird's-eye view in consideration of the height of a node. Now, as shown in drawing 6, suppose that the elevated road 1 of level +1 and the route 2 of the criteria height level 0 are concurrent. In the conventional bird's-eye view display, since an elevated road 1 is drawn on a flat surface, a route 1 and a route 2 do not lap. However, by the drawing approach of a bird's-eye view of having taken the height of a route into consideration, if a route 2 is in the shadow of an elevated road 1 as shown in drawing 6, a route 1 will lap on a route 2 seemingly. In this case, the route which drew previously is erased by the route which drew later, and disappears. So, with this operation gestalt, drawing sequence is determined according to the height of a route. Before performing coordinate transformation to a bird's-eye view with a formula 1, specifically, the following processings are performed. First, the top view road map data which have the height information on a node are read from a store 5, and it stores in the table on RAM for every sublink. At this time, the one where the height level of the nodes of the ends of a sublink is lower is made into the starting point, and a sublink is stored in a table at order with the low height level of the starting point. When the height level of the starting point is the same, a sublink is stored in a table at order with terminal low height level. When sublink data are stored in a table in such a procedure, as shown in a table 2, sublink data are stored in order with the low height level of a node from the head of a table.

[0015]

[A table 2]

始点x座標	始点y座標	高さレベル	道路種別
$x_i$	$y_i$	高さ $i$	種別 $i$
$x_j$	$y_j$	高さ $j$	種別 $j$

←サブリンクiに対して

←サブリンクjに対して

$x_n$	$y_n$	高さ $n$	種別 $n$
-------	-------	--------	--------

←サブリンクnに対して

[0016] If the data table of a sublink is completed, a formula 1 will perform coordinate transformation to each sublink. At this time, the height level stored in the data table is multiplied by the predetermined value (for example, 10m) per step, and it considers as Z axial seat label value MZ. From the sublink of the head of a data table, i.e., the sublink where height level is low, if coordinate transformation is completed, it will draw. Consequently, even when routes lap seemingly in a bird's-eye view display as shown in drawing 6 since the sublink where height level is high is drawn at the end, it is drawn preferentially and an elevated road can draw the road map in the condition of having seen from View E.

[0017] Drawing 7 is a flow chart which shows map drawing processing of 1 operation gestalt. If the main switch of an input device 6 is supplied, a controller 1 will start this map drawing processing. The destination set up with the input unit 6 in step 1 is read, and the bearing sensor 2, a distance robot 3, and GPS receiver 4 detect the their present location and progress bearing of a car at continuing step 2. At step 3, the optimal path from a its present location to the destination is calculated with reference to the top view road map data of a store 5. In step 4, View E and Look EF for using a top view as a bird's-eye view are determined. At this time, View E and Look EF are determined that the present location of a car is displayed a little on a lower location from the center of a display 7. The direction phi of Look EF is good also as a direction where an optimal path is displayed on a display 7 for a long time, and only good also as a travelling direction of a car. The top view road map data containing a viewing area are read from a store 5 at step 6 which calculates the viewing area on a top view road map, and continues at step 5 based on View E and Look EF which were determined. In step 7, the read top view road map data are searched, and as mentioned above, it arranges to a data table in order of the sublink where height level is low. If it changes into bird's-eye view data with a formula 1 sequentially from the sublink data of the head of the created data table and conversion of all sublink data is completed at step 8, it will progress to step 9. At step 9, it draws from the sublink of the head of a data table, i.e., the sublink where height level is low, on a display 7. At this time, a its present location mark is drawn in the present location of the car detected with GPS navigation or self-contained navigation. If it checks whether the car has moved or rotated and there is migration or a revolution of a car at step 10, it will return to step 4 and the above-mentioned processing will be repeated.

[0018] In the configuration of the above 1 operation gestalt, a controller 1 constitutes a data alignment means, a conversion means, and a drawing means, and a display 7 constitutes [ a store 5 ] a display means for a storage means, respectively.

[0019]

[Effect of the Invention] since reading appearance of the top view road map data which added the height information on a node is carried out, and it stores in a data table sequentially from the link where the height of a node is low, and it changes into bird's-eye view road map data sequentially from the link data of the head of a data table and was made to draw according to this invention as explained above, it can display as the lap condition of routes, such as elevated and a grade separation, was seen from the starting point. Moreover, since the node of arbitration was made into the criteria height level 0 and what subtracted one height level whenever it added height level one whenever it went up from the node of the criteria height level by one step, and it fell by one step from the node of criteria height level was made into the height information on a node, the height information on a node can be easily added to top view road map data, without surveying the altitude of each node. Furthermore, another side is made into a terminal point node while making into a starting point node the one where the height of the nodes of the ends of a link is lower. Since link data are aligned in order with the low height of a starting point node and link data were made to align in order with the height of a terminal point node low by the links where the height of a starting point node is the same, a bird's-eye view indication of the condition of the lap of links, i.e., the lap condition of a route, is given at accuracy.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-101744

(43) 公開日 平成9年(1997)4月15日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 9 B	29/00		G 0 9 B 29/00	C
				F
G 0 1 C	21/00		G 0 1 C 21/00	B
G 0 6 T	1/00		G 0 8 G 1/0969	
G 0 8 G	1/0969		G 0 6 F 15/62	3 3 5
審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)				

(21) 出願番号 特願平7-256518

(22) 出願日 平成7年(1995)10月3日

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 曾根 学

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

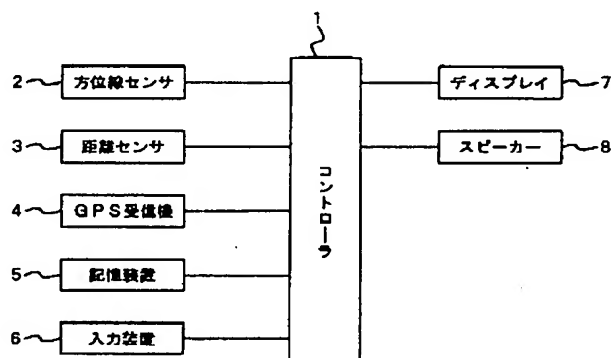
(74) 代理人 弁理士 永井 冬紀

(54) 【発明の名称】 車載用ナビゲーション装置

(57) 【要約】

【課題】 高架や立体交差などの道路の重なり状態を鳥瞰図表示する。

【解決手段】 交差点と屈曲点を含むノードと、ノード間を直線近似したリンクとにより道路を表わすとともに、ノードの高さ情報を付加した平面図道路地図データを記憶する記憶手段5と、記憶手段5から平面図道路地図データを読み出し、ノードの高さが低いリンクから順にデータテーブルに格納するデータ整理手段1と、データテーブルの先頭のリンクデータから順に鳥瞰図道路地図データに変換する変換手段1と、変換手段1により変換処理がなされたデータテーブルの先頭から順に鳥瞰図道路地図データを読み出し、表示手段7に描画する描画手段1とを備える。



### 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 交差点と屈曲点を含むノードと、ノード間を直線近似したリンクとにより道路を表わすとともに、ノードの高さ情報を付加した平面図道路地図データを記憶する記憶手段と、

前記記憶手段から平面図道路地図データを読み出し、ノードの高さが低いリンクから順にデータテーブルに格納するデータ整列手段と、

前記データテーブルの先頭のリンクデータから順に鳥瞰図道路地図データに変換する変換手段と、

前記変換手段により変換処理がなされた前記データテーブルの先頭から順に鳥瞰図道路地図データを読み出し、表示手段に描画する描画手段とを備えることを特徴とする車載用ナビゲーション装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の車載用ナビゲーション装置において、

前記高さ情報は、任意のノードを基準高さレベル 0 とし、その基準高さレベルのノードから 1 段上がるたびに高さレベルを 1 つ加算し、前記基準高さレベルのノードから 1 段下がるたびに高さレベルを 1 つ減算したものであることを特徴とする車載用ナビゲーション装置。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の車載用ナビゲーション装置において、

前記データ整列手段は、リンクの両端のノードの内の高さが低い方を始点ノードとするとともに他方を終点ノードとし、始点ノードの高さが低い順にリンクデータを整列し、始点ノードの高さが同一のリンクのうちでは終点ノードの高さが低い順にリンクデータを整列することを特徴とする車載用ナビゲーション装置。

【請求項 4】 請求項 2 または請求項 3 に記載の車載用ナビゲーション装置において、

前記変換手段は、高さレベル 1 当たり所定の高さを設定して鳥瞰図道路地図データに変換することを特徴とする車載用ナビゲーション装置。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鳥瞰図方式の道路地図を表示する車載用ナビゲーション装置に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】鳥瞰図方式の道路地図上に目的地までの経路と車両の現在地を表示して乗員を誘導する車両用経路誘導装置が知られている（特開平 1-263688 号公報、特開平 2-244188 号公報、特開平 3-225391 号公報参照）。

#### 【0003】

図 8 は鳥瞰図道路地図の表示原理を説明する図、図 9 は図 8 の XZ 平面図、図 10 は鳥瞰図道路地図の表示領域を示す図である。これらの図により、鳥瞰図の描画方法を説明する。鳥瞰図方式の道路地図は、車両 V から距離  $b$ （例えば 1 km）だけ後方の地点 O の高さ  $h$ （例えば 350 m）の上空に視点 E を設定し、その

視点 E から車両 V の方向を見下ろし角  $\alpha$ （例えば 16 度）の視線 EF に沿って見下ろした場合に、XY 平面上に展開された平面道路地図の表示領域 A を、視線 EF に垂直に設定された仮想画面 S に透視変換するものである。平面図道路地図の表示領域 A 内の任意の地点 P は、P と視点 E とを結ぶ直線が仮想画面 S と交わる点 P' に透視変換される。表示領域 A は、図 10 (a) に示すように例えば手前の幅が約 500 m、奥の幅が約 7 km、奥行きが約 7 km の台形上の領域であり、その表示領域 A 内の平面道路地図が (b) に示すように仮想画面 S 上に透視変換されて表示される。つまり、手前の領域では道路地図が拡大されて詳細な道路地図を見ることができ、遠方に行くに従って連続的に縮尺が高くなり、広い範囲の道路地図を見ることができる。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の車載用ナビゲーション装置では、上述したように平面図方式の道路地図データを透視変換して鳥瞰図道路地図を描画している。ところが、従来の平面図方式の道路地図データには、高架や立体交差などの道路どうしの重なりに関する情報が記録されておらず、道路を三次元的に表示する鳥瞰図に変換しても道路の重なり状態が表示されないという問題がある。

【0005】本発明の目的は、高架や立体交差などの道路の重なり状態を鳥瞰図表示する車載用ナビゲーション装置を提供することにある。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項 1 の発明は、交差点と屈曲点を含むノードと、ノード間を直線近似したリンクとにより道路を表わすとともに、ノードの高さ情報を付加した平面図道路地図データを記憶する記憶手段と、記憶手段から平面図道路地図データを読み出し、ノードの高さが低いリンクから順にデータテーブルに格納するデータ整列手段と、データテーブルの先頭のリンクデータから順に鳥瞰図道路地図データに変換する変換手段と、変換手段により変換処理がなされたデータテーブルの先頭から順に鳥瞰図道路地図データを読み出し、表示手段に描画する描画手段とを備える。ノードの高さ情報を付加した平面図道路地図データを読み出し、ノードの高さが低いリンクから順にデータテーブルに格納し、データテーブルの先頭のリンクデータから順に鳥瞰図道路地図データに変換して描画する。請求項 2 の車載用ナビゲーション装置の高さ情報は、任意のノードを基準高さレベル 0 とし、その基準高さレベルのノードから 1 段上がるたびに高さレベルを 1 つ加算し、基準高さレベルのノードから 1 段下がるたびに高さレベルを 1 つ減算したものである。請求項 3 の車載ナビゲーション装置は、データ整列手段によって、リンクの両端のノードの内の高さが低い方を始点ノードとするとともに他方を終点ノードとし、始点ノードの高

さが低い順にリンクデータを整列し、始点ノードの高さが同一のリンクどうしでは終点ノードの高さが低い順にリンクデータを整列するようにしたものである。請求項4の車載ナビゲーション装置は、変換手段によって、高さレベル1当たり所定の高さを設定して鳥瞰図道路地図データに変換するようにしたものである。

【0007】

【発明の実施の形態】図1は一実施形態の構成を示すブロック図である。コントローラ1はマイクロコンピュータとその周辺部品から構成され、後述する制御プログラムを実行して平面図道路地図データを用いて鳥瞰図に透視変換し、鳥瞰図道路地図を描画する。コントローラ1には、方位センサ2、距離センサ3、GPS受信機4、記憶装置5、入力装置6が接続される。方位センサ2は車両の進行方位を検出し、距離センサ3は車両の走行距離を検出する。GPS受信機4は衛星からのGPS信号を受信して車両の現在地、進行方向、走行速度などを検出する。また、記憶装置5は平面図方式の道路地図データを記憶するCD-ROMなどの装置であり、入力装置6は目的地などを設定する装置である。コントローラ1

$$\begin{pmatrix} EX \\ EY \\ EZ \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & -\cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sin \phi & -\cos \phi & 0 & 0 \\ \cos \phi & \sin \phi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -VX \\ 0 & 1 & 0 & -VY \\ 0 & 0 & 1 & -VZ \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} MX \\ MY \\ MZ \\ 1 \end{pmatrix},$$

$$\begin{aligned} SX &= -DS \cdot EX / EZ, \\ SY &= -DS \cdot EY / EZ, \end{aligned}$$

従来の車載用ナビゲーション装置では、数式1におけるノードPのZ座標MZに0を設定して演算していたが、この実施形態ではノードPの高さ情報に基づいてMZを設定し、ノードの高さを考慮して、すなわち道路の高さを考慮して平面図道路地図を鳥瞰図道路地図に変換する。

【0009】平面図道路地図上のすべてのノードに対して高さ情報を設定するには、すべてのノードの標高を測量しなければならないので、現実的ではない。そこでこの実施形態では、平面図道路地図データの中の、他の道路の上にある高架道路のノードに対してオーバーパス情報を付加し、他の道路の下にある道路のノードに対してアンダーパス情報を付加する。この方法によれば、各ノードの測量を必要としないので平面道路地図データに簡単に高さ情報を付加することができる。

【0010】具体的には、任意のノードを基準高さレベル0とし、その基準高さレベルのノードから1段上がるたびに高さレベルを1つ加算し、基準高さレベルのノードから1段下がるたびに高さレベルを1つ減算して、ノードデータに高さ情報を付加する。例えば、図2に示すようなノード1からノード13に向かって高さが上がっていく道路の場合には、ノード1を基準高さレベル0とすると、ノード1～6の高さレベルは基準高さレベルのノードと同一高さであるから0である。ノード6から7へ

にはまた、道路地図や文字情報を表示するディスプレイ7と、音声による誘導を行なうためのスピーカ8などが接続される。

【0008】ここで、平面図道路地図から鳥瞰図道路地図への透視変換について説明する。今、図8に示すように、平面図道路地図をXY平面に展開し、視点E（座標VX, VY, VZ）の高さhをZ軸方向にとり、視線EFのXY平面における方向をφとする。また、仮想画面SにおけるX座標をSX、Y座標をSYとし、表示倍率を決定する定数をDSとする。さらに、始点E（VX, VY, VZ）を原点とし視線EFをZ軸とするEXEYEZ座標系を考え、その座標を（EX, EY, EZ）とする。数式1により、平面図道路地図上の座標（MX, MY, MZ）にあるノードPは、仮想画面S上の座標（SX, SY）にあるP'に変換される。なお、この実施形態では、道路上の交差点と屈曲点を含むノードと、ノード間を直線近似したリンクとにより道路を表わすとともに、ノードの高さ情報を付加した平面図道路地図データを用いる。

【数1】

進む時にノード2～3のリンクをオーバーパスするので、7以降のノードの高さレベルに1が加算される。また、ノード9から10へ進む時にノード4～5のリンクをオーバーパスするので、10以降のノードの高さレベルにさらに1が加算されて+2となる。さらに、ノード11から12へ進む時にもオーバーパスがあるのでノード12の高さレベルが上がり、+3になる。ところで、ノード13でこの道路は終点になるが、ノード13の高さレベルは規定しない。つまり、この高さ情報は各ノードの絶対的な高さを表わすのが目的ではなく、ノードどうしの相対的な高さ関係を表わすのが目的であるから、図2に示す道路に接続する道路の、ノード13に隣接するノードと高さレベルが1以上離れていても問題はない。

【0011】また、図3に示すように、ノード1からノード5へ向う時にノード4～6のリンクをオーバーパスする場合には、ノード1を基準高さレベル0とすると、ノード5のみが高さレベル+1となり、その他のノードは高さレベル0である。さらに、図4に示すように、ノード1からノード5へ向う時にノード4～6のリンクをアンダーパスする場合には、ノード1を基準高さレベル0とすると、ノード5のみが高さレベル-1となり、その他のノードは高さレベル0である。

【0012】次に、図5に示すような、屈曲点ノードn



1～n4で区分されたサブリンクを有する交差点ノードN1～N2のリンクL1を例に上げて、平面図道路地図データへのノードの高さ情報の記録方法を説明する。なお、この実施形態では、交差点ノードで区分されるものをリンクとし、屈曲点ノードにより区分されるものをサブリンクとして扱うが、両者を区別せずに交差点ノードおよび屈曲点ノードで区分されるものをすべてリンクとしてもよい。このリンクL1では、表1に示すように、リンクL1の補間点数（屈曲点ノード数）などの情報とともに、リンクL1を構成する各ノードN1、n1～n4、N2の情報が記録され、各ノード情報には高さレベル0のノードを基準とした高さレベルが含まれる。

【0013】

【表1】

(リンク番号L1について)			
補間点数		4	
各種情報			
ノード1情報	x座標	ノードN1情報	x座標
	y座標		y座標
	各種情報		各種情報
	高さレベル		高さレベル
ノード2情報		ノードN2情報	
ノードn1情報		ノードn1情報	
ノードn2情報		ノードn2情報	
ノードn3情報		ノードn3情報	
ノードn4情報		ノードn4情報	
ノードN2情報		ノードN2情報	

【0014】ここで、ノードの高さを考慮して鳥瞰図に変換する場合には、次の点に留意しなければならない。今、図6に示すように、レベル+1の高架道路1と基準高さレベル0の道路2が並行しているとする。従来の鳥瞰図表示では、高架道路1が平面上に描画されるので、道路1と道路2が重なることはない。ところが、道路の高さを考慮した鳥瞰図の描画方法では、図6に示すように高架道路1の影に道路2があると、見掛け上道路2の上に道路1が重なる。この場合、先に描画した道路は後から描画した道路に消されて見えなくなる。そこで、この実施形態では道路の高さに応じて描画順序を決定する。具体的には、数式1による鳥瞰図への座標変換を行なう前に、次のような処理を行なう。まず、記憶装置5からノードの高さ情報を有する平面図道路地図データを読み込み、サブリンクごとにRAM上のテーブルに格納する。この時、サブリンクの両端のノードの内の高さレベルが低い方を始点とし、始点の高さレベルが低い順にサブリンクをテーブルに格納する。始点の高さレベルが同一の場合には、終点の高さレベルの低い順にサブリンクをテーブルに格納する。このような手順でサブリンクデータをテーブルに格納すると、表2に示すように、ノードの高さレベルが低い順にテーブルの先頭からサブリンクデータが格納される。

【0015】

【表2】

始点x座標	始点y座標	高さレベル	道路種別	
$x_i$	$y_i$	高さ $i$	種別 $i$	←サブリンク $i$ に対して
$x_j$	$y_j$	高さ $j$	種別 $j$	←サブリンク $j$ に対して
$x_n$	$y_n$	高さ $n$	種別 $n$	←サブリンク $n$ に対して

【0016】サブリンクのデータテーブルが完成したら、各サブリンクに対して数式1により座標変換を行なう。この時、データテーブルに格納されている高さレベルに、1段当たり所定値（例えば10m）を乗じてZ軸座標値MZとする。座標変換が完了したらデータテーブルの先頭のサブリンク、すなわち高さレベルの低いサブリンクから描画する。その結果、高さレベルの高いサブリンクが最後に描画されるので、図6に示すように鳥瞰図表示で道路どうしが見掛け上重なるような場合でも、高架道路が優先的に描画され、視点Eから見た状態の道路地図を描画することができる。

【0017】図7は一実施形態の地図描画処理を示すフローチャートである。入力装置6のメインスイッチが投入されると、コントローラ1はこの地図描画処理を開始する。ステップ1において入力装置6により設定された目的地を読み込み、続くステップ2で方位センサ2、距

離センサ3およびGPS受信機4により車両の現在地と進行方位を検出する。ステップ3で、記憶装置5の平面図道路地図データを参照して現在地から目的地までの最適経路を演算する。ステップ4において、平面図を鳥瞰図とするための視点Eと視線EFを決定する。この時、車両の現在地がディスプレイ7の中央よりやや下の位置に表示されるように視点Eと視線EFを決定する。視線EFの方向φは、例えば最適経路がディスプレイ7に最も長く表示されるような方向としてもよいし、単に車両の進行方向としてもよい。ステップ5で、決定した視点Eと視線EFに基づいて平面図道路地図上の表示領域を演算し、続くステップ6で、記憶装置5から表示領域を含む平面図道路地図データを読み込む。ステップ7において、読み込んだ平面図道路地図データを検索し、上述したようにデータテーブルに高さレベルの低いサブリンクの順に並べる。ステップ8で、作成したデータテーブ

ルの先頭のサブリンクデータから順に数式1により鳥瞰図データに変換し、すべてのサブリンクデータの変換が完了したら、ステップ9へ進む。ステップ9では、データテーブルの先頭のサブリンク、つまり、高さレベルの低いサブリンクからディスプレイ7に描画する。この時、GPS航法あるいは自立航法により検出した車両の現在地に、現在地マークを描画する。ステップ10で、車両が移動または回転したか否かを確認し、車両の移動または回転があればステップ4へ戻って上記処理を繰り返す。

【0018】以上の一実施形態の構成において、記憶装置5が記憶手段を、コントローラ1がデータ整列手段、変換手段および描画手段を、ディスプレイ7が表示手段をそれぞれ構成する。

【0019】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、ノードの高さ情報を付加した平面図道路地図データを読み出し、ノードの高さが低いリンクから順にデータテーブルに格納し、データテーブルの先頭のリンクデータから順に鳥瞰図道路地図データに変換して描画するようにしたので、高架や立体交差などの道路の重なり状態を始点から見たままに表示することができる。また、任意のノードを基準高さレベル0とし、その基準高さレベルのノードから1段上がるたびに高さレベルを1つ加算し、基準高さレベルのノードから1段下がるたびに高さレベルを1つ減算したものをノードの高さ情報としたので、各ノードの標高を測量せずに、平面図道路地図データにノードの高さ情報を簡単に付加することができる。さらに、リンクの両端のノードの内の高さが低い方を始点ノ

ードとするとともに他方を終点ノードとし、始点ノードの高さが低い順にリンクデータを整列し、始点ノードの高さが同一のリンクどうしでは終点ノードの高さが低い順にリンクデータを整列するようにしたので、リンクどうしの重なり状態、すなわち道路の重なり状態を正確に鳥瞰図表示できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施形態の構成を示すブロック図。

【図2】ノードの高さレベルの決定方法を説明する図。

【図3】ノードの高さレベルの決定方法を説明する図。

【図4】ノードの高さレベルの決定方法を説明する図。

【図5】複数のサブリンクから構成される道路リンクの一例を示す図。

【図6】鳥瞰図表示における道路の見掛け上の重なりを説明する図。

【図7】一実施形態の鳥瞰図道路地図の描画処理を示すフローチャート。

【図8】鳥瞰図道路地図の表示原理を説明する図。

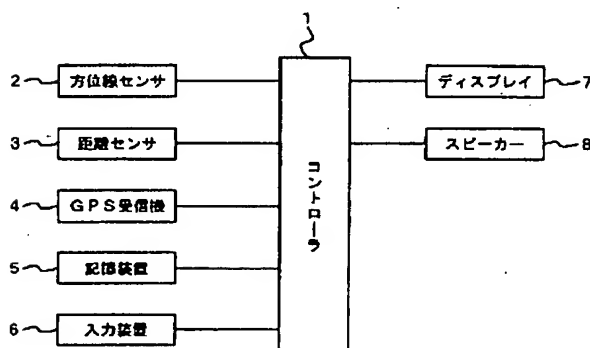
【図9】図8のXZ平面図。

【図10】鳥瞰図道路地図の表示領域を示す図。

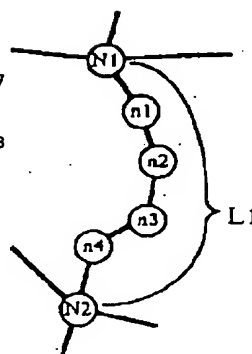
【符号の説明】

- 1 コントローラ
- 2 方位センサ
- 3 距離センサ
- 4 GPS受信機
- 5 記憶装置
- 6 入力装置
- 7 ディスプレイ
- 8 スピーカー

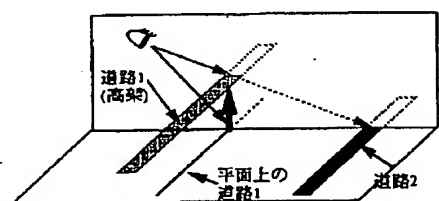
【図1】



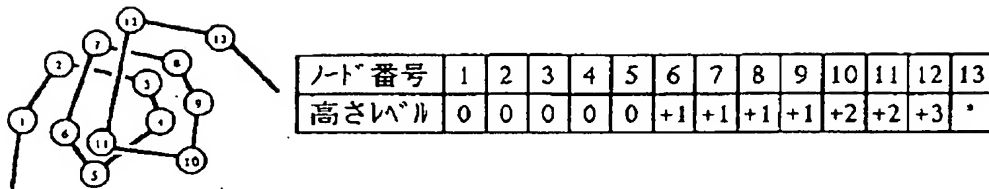
【図5】



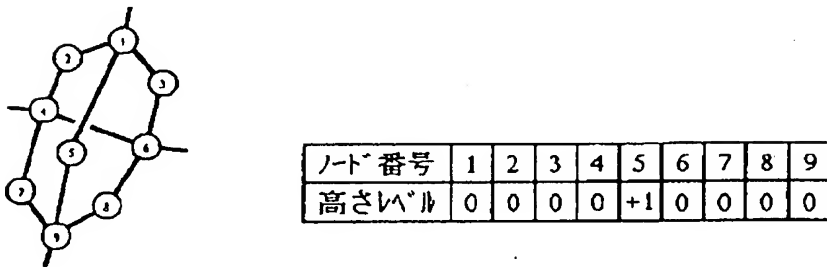
【図6】



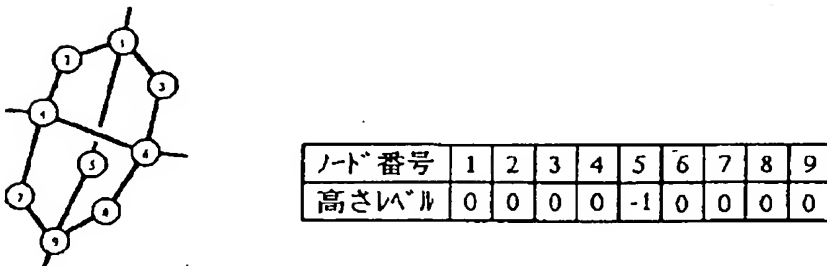
【図 2】



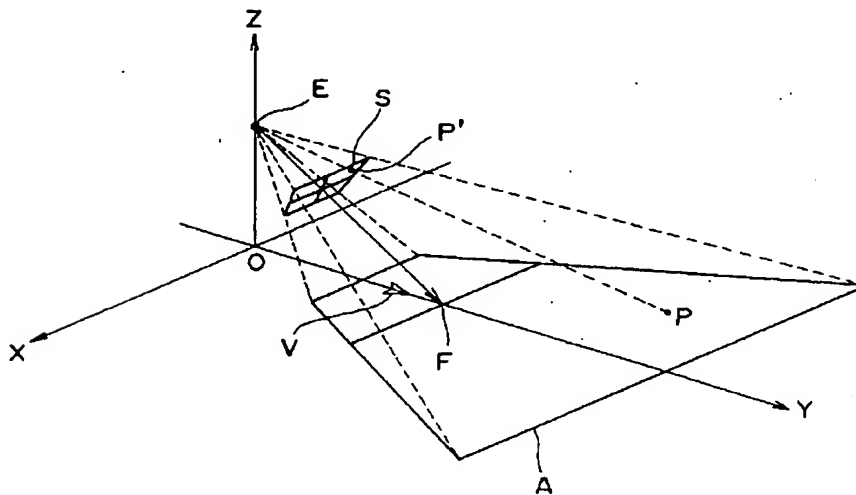
【図 3】



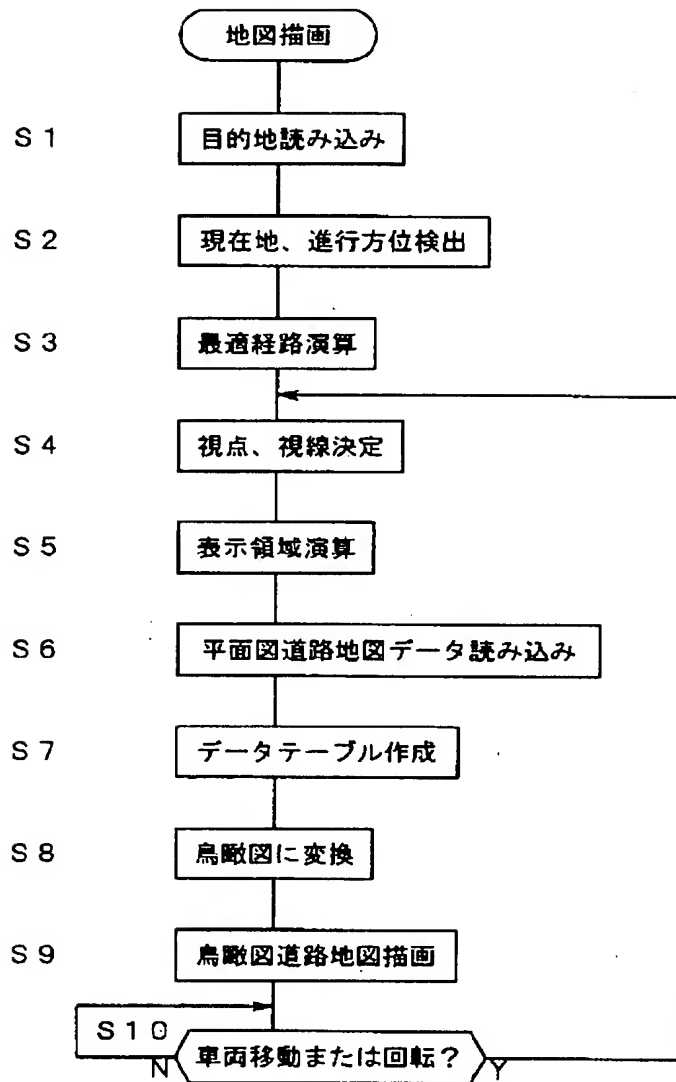
【図 4】



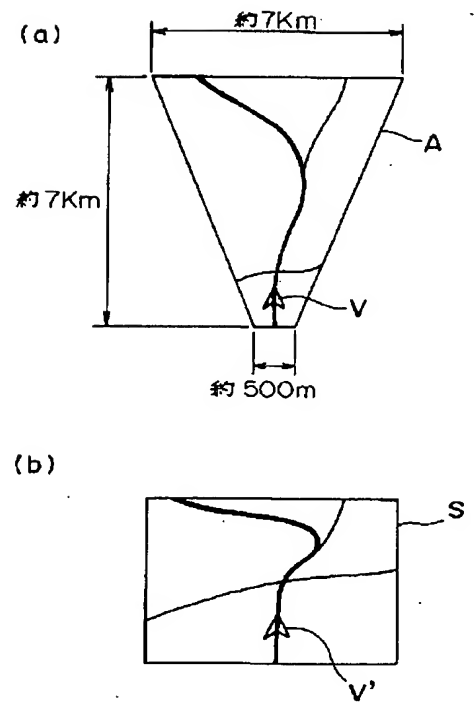
【図 8】



【図7】



【図10】



【図9】

